

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—35956

⑬ Int. Cl.³
H 01 L 25/04
21/58

識別記号

庁内整理番号
7638—5F
6679—5F

⑬ 公開 昭和58年(1983)3月2日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 混成集積回路装置

⑮ 特 願 昭56—134122

⑯ 出 願 昭56(1981)8月28日

⑰ 発 明 者 栗原保敏
日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑱ 発 明 者 八野耕明

日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 混成集積回路装置

特許請求の範囲

1. 板状又はフィルム状絶縁物と該絶縁物の第1の主表面側に一体化された金属支持板と該絶縁物の第1の主表面に対向する第2の主表面側に一体化された実質的にモリブデンあるいはタングステンから成る金属板とを有し、該金属支持板と金属板とが相互に熱的に結合されるとともに電気的に分離され、該金属板上に複数の半導体素子ベレットが導電性金属ソルダを介して固着されてなることを特徴とする混成集積回路装置。

発明の詳細な説明

本発明は混成集積回路装置に係り、特に大電力容量の混成集積回路装置用絶縁基板に関する。

高出力トランジスタ等の半導体素子を複数個搭載した混成集積回路装置(以下混成IC)では、数アンペア以上の主電流が流れるが、この際半導体素子としてのトランジスタベレットは通常発熱する。この発熱に起因する特性の不安定化や寿命

の加速的劣化を避けるため、トランジスタベレットが許容制限温度を越えて昇温するのを防止する方法がとられなければならない。又、混成ICに搭載される回路素子、中でも半導体素子は他の回路素子と電気的に絶縁されなければならない場合が多い。さらに、高度な機能が要求される混成ICでは、搭載された回路素子が外部からの影響、とくに電磁波妨害を受けないようにするための方策や安全上の見地から、回路素子はその収納容器から電気的にしや断されていなければならない。

このような要請を満たすためには放熱性や電気絶縁性に優れた絶縁基板が必要になる。このような絶縁基板を有する混成ICの一例として、第1図に示す断面図のように、ヒートシンクとしての役割を併せて担う銅のごとき支持板1上に鉛—錫系はんだ等からなる第1の金属層2を介してアルミナ板3を固着し、このアルミナ板3上の所要面に選択的に設けられた金属化層及び鉛—錫系はんだ等からなる第2の金属層4上にモリブデンやタングステンのようなスペーサ5を鉛—錫系はんだ

等を介して一体化された構造物が知られている。
この際、半導体素子6はスペーサ5上に鉛-錫系はんだにより接着される。

しかしながら、以上のごとき従来の絶縁基板を用いた混成ICでは、次のような未解決の課題が残されていた。即ち、鉛-錫系はんだの電気伝導率は一般に導体として用いられる銅、アルミニウム、銀等と比べて小さいことや、鉛-錫系はんだを熱融着する際ははんだ層内にボイドが発生するがこのボイドの存在により、混成ICの主要な電流路となる第2の金属層4の電気抵抗が大きくなる。この抵抗成分が大きいほど混成ICの電力損失が増大するとともに電気的なスイッチングスピードの低下が著しくなる。この問題は大容量の混成ICほど深刻である。

この欠点を改良した混成ICとして、第2図に示すように、スペーサ5と第2の金属層4間に銅のごとき導体板8を追加した構造が知られている。この際導体板8とスペーサ5は第3の金属層9で一体化されている。この場合は導体板8の存在に

よつて電気抵抗の増大、即ち電力損失の増大及びスイッチングスピードの低下を防止する点では有効であるが、部品点数が増えるとともに混成集積回路装置の組立工数が増すなど経済性の点では不利である。又、導体板8とアルミナ板3との一体化部は発熱体となる半導体素子6に近接しているため熱ストレスを受けやすい。この際銅の熱膨張係数($18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)とアルミナのそれ($6.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)とは差が大きく、一体化部の熱疲労が進行しやすい。この問題は一体化部の面積が大きいほど深刻である。

本発明は前述の欠点を改め、放熱性を損なわずに、電流路の電気抵抗の増大を防止し、併せて部品点数の少ない簡素な構成の混成ICを提供することを目的とする。

以上の目的を達成してなる本発明の混成集積回路装置は、少くとも板状又はフィルム状絶縁物、該絶縁物の第1の主表面側に一体化された金属支持板、そして該絶縁物の第1の主表面に對向する第2の主表面側に一体化された金属板とから構成

され、該金属支持板と金属板とが相互に熱的に結合されるとともに電気的に分離された構造物において、該金属板がモリブデン又はタングステンあるいはこれらを主成分とする合金材・クラッド材からなり、該金属板上に複数の半導体素子ベレットが導電性金属溶ダを介して固着されることを特徴とする。

第3図は前述の本発明の特徴をさらに詳細に説明するための具体例である。同図において、11は金属支持板12との間に絶縁物13を介して接着材14、15により一体化されたモリブデン又はタングステンからなる金属板であり、複数の半導体素子6は金属板11上に鉛-錫系はんだ等の金属溶ダ(図示せず)により固着される。金属支持板12としては放熱性が良い点やコストが低い点で銅又はアルミニウムの如き金属が好しいが必要なら鉄-ニッケル系合金材あるいは銅-炭素繊維複合材であつてもよい。絶縁物13としてはアルミナ、窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化ボロン、炭化シリコン、酸化ベリリウム等絶縁

性や熱伝導性に優れるセラミクス板又はポリイミド系樹脂やシリコン系樹脂等のような樹脂フィルムが使用できる。接着材14、15としては、絶縁物13がセラミクス板の場合はこれらセラミクス板表面に設けられた金属化層と鉛-錫系はんだ等の金属溶ダがその役割を担う。また、樹脂フィルムである場合はふつ素系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂等の樹脂がその役割を担う。絶縁物13上に設けられる金属板11としてのモリブデンやタングstenは、セラミクス板や半導体素子6との金属溶ダにより一体化をはかる必要から、表面に金属溶ダとのぬれ性に優れる金属、例えばニッケル等をめつきしたものが好ましく、その寸法は搭載される素子の数や寸法、そして素子の発熱量に応じて決定されるべきものである。

以上の構成によれば、モリブデンやタングstenの熱膨張係数(モリブデン： $4.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、タングsten： $4.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)がセラミクス板のそれ(アルミナ： $6.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、窒化シリコ

ン： $3.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，窒化アルミニウム： $4.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，窒化ボロン： $1.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，炭化シリコン： $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，酸化ベリリウム： $7.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）に近接しているため、これらの一体化部における熱疲労を防止できる。又、絶縁物13が樹脂の場合はモリブデンやタングステンとの熱膨張係数差が大きい、これら樹脂は軟らかくそれ自体で熱歪を吸収するため一体化部の熱疲労は起りにくい。加えて金属板11としてのモリブデンやタングステンが混成ICの主要な電流路としての役割を担い、半導体素子が金属板11上に直接搭載されるため抵抗成分の増大を避けることができる。さらに金属板11上に複数個の半導体素子6が搭載され、かつ金属板11も絶縁物13に直接一体化されるため部品点数の低減や工数の低減に多大の寄与をする。なお、これら金属板の熱膨張係数は半導体素子6の材料であるシリコンのそれ（ $\sim 3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）に近接しているため、熱疲労を防止し得ることは当然であり、したがって従来構造において必要としたスペーサ5は不要と

ものである。

本モジュールのダイオードベレット26と銅支持板21間の熱抵抗は $0.35^{\circ}\text{C}/\text{W}$ と第2図に示すと同様のモジュールに比べて遜色のない値が得られた。これは、モリブデン板そのものの放熱性（熱伝導率： $0.35 \text{ cal}/\text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}$ ）は銅のそれ（ $0.94 \text{ cal}/\text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}$ ）に比べて必ずしも良くはないが、実質的にモリブデン板23が導体の役割を担うため、第2図における導体板8が不要なこと、2個のダイオードベレット26は広面積のモリブデン板23に搭載されているためベレットからの発熱を広げるのに有効な構造になつてること、そして熱伝導性の左程よくないはんだ（熱伝導率： $0.068 \text{ cal}/\text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}$ ）の使用を軽減できること、により総合的にモジュールとしての放熱性を向上し得たものと考えられる。

又、本実施例のモジュールの電力損失は実質的に第2図の構造の場合と同等であることが確認された。これは主要な電流路が厚いモリブデン板23で構成されているため、電気抵抗の増大を避

なる。

以下、本発明を実施例により更に詳細に説明する。

実施例1

本実施例では5A級整流回路モジュールに適用した場合を説明する。

このモジュールは、第4図に示すように、表面にニッケルめつきを施した幅32mm，長さ60mm，厚さ1.6mmの銅支持板21と、両面に湿式法によつて形成したタングステン層とその上にめつきによつて形成したニッケル層からなる金属化領域を有する幅25mm，長さ30mm，厚さ0.6mmのアルミナ板22と、表面にニッケルめつきを施した幅22mm，長さ12mm，厚さ0.5mmのモリブデン板23を鉛-錫系はんだ24，25を介して一体化した構造を有する。モリブデン板23上にはシリコンダイオードベレット26をそれぞれ2個づつ鉛-錫-銀系はんだ（図示せず）を介して固着し、所定の電気配線、樹脂モールド（図示せず）を施して整流ブリッジ回路を有するモジュールとした

け得た結果と考えられる。さらに、モリブデン板23上にダイオードベレット26を複数個搭載できしかも部品数を低減できるため、工数の低減ひいては経済性の向上をはかり得ることが確認された。なお、本モジュールに、室温（5分）— $+150^{\circ}\text{C}$ （25分）—室温（5分）— -55°C （5分）……の熱サイクルを500回、そしてダイオードベレットに断続通電して 50°C の温度変化を20,000サイクル与えたが、アルミナ板22とモリブデン板23間の接着部には何等の異常も見出されなかつた。これは両者の熱膨張係数が近接しているため熱疲労を生じにくい構成になつてことに起因している。

実施例2

本実施例では前記実施例1と同様であるが、モリブデン板23の代りに表面にニッケルめつきを施した同寸法のタングステン板を用いたものである。

本モジュールの放熱性、電力損失、経済性そして耐熱疲労性は前記実施例1とほぼ同等であつた。

この理由は前記実施例1と同様である。

実施例3

本実施例では50A級インバータの電流制御パワーモジュールについて説明する。

本モジュールは第5図に示すように、表面にニッケルめつきを施した幅28mm、長さ90mm、厚さ3mmの銅支持板31と、湿式法によつて形成したタングステン層およびその上にめつき法で形成したニッケル層からなる金属化領域を両面に（ただし上面においては選択的に）有する幅20mm、長さ30mm、厚さ0.5mmのアルミナ板32と、これら金属化領域の半導体素子搭載部に配置された厚さ0.5mmのモリブデン板33と、金属化領域の他の部分に配置されたアルミニウムをクラッドした鉄-ニッケル合金板34、35、36とをそれぞれの間に鉛-錫系はんだ37、38、39を介して一体化した構造を有する。なお、(a)は平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'での断面図である。モリブデン板33上にはシリコントランジスタベレットを4個、そしてシリコンダイオ

ードベレット1個（いずれもモリブデン板1枚当りの数）を鉛-錫-銀系はんだを介して固着し、所定の電気配線、樹脂モールド（図示せず）を施して第6図に示す電気回路を有するモジュールを得た。

なお、第6図において、101、102、103、104はダイオード、201、202、203、204、205、206、207、208はトランジスタ、301、302は抵抗である。

以上の構成で得たモジュールを5kVA級インバータに組み込み、定格電力に対して150%の過負荷運転を試みたが、1,000時間の連続運転をしても正常に作動することが確認された。又、150%過負荷の断続運転を1000回試みた結果、正常な作動がなされた。以上のように安定した作動がなされたのはインバータの電力回路を担うモジュールの作動が安定になされたためであり、この理由は前記実施例1の場合と同様である。さらに、このインバータで、500Hz～5000Hzの周波数帯域での電流制御を試みたが正常に作動するこ

とが確認された。これは、前記実施例1と同様の理由によりモジュール内でのスイッチング動作が正常になされたためである。なお、本実施例モジュールにおいても前記実施例1と同様の経済的効果が認められた。

以上、本発明を実施例により説明したが、本発明はこれらのみに限定されるものではなく、例えば次のような構成の場合でも本発明の効果ないし利点を享受できる。

- (1) 金属支持板とモリブデン又はタングステン板からなる金属板とが樹脂物からなる絶縁物を介して一体化されているような場合。この場合でも、金属板には複数の半導体素子が搭載されることには変りない。
- (2) 金属板上に複数の半導体素子とともに他の回路素子、例えば抵抗、コンデンサの如き素子が併せて搭載された場合。
- (3) 金属板がモリブデンあるいはタングステンを主成分として含む合金材あるいは他の金属薄層を一体化したクラッド材である場合。

以上のように、本発明によれば次の効果ないし利点を享受できる。

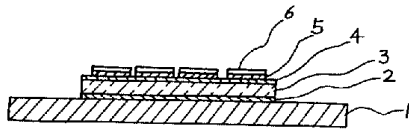
- (1) 熱流経路に存在する部品点数を減らし、熱を広げて伝達し、熱伝導性の左程よくないはんだの使用量を減らすことが可能なため、総合的に絶縁基板の放熱性を高めることができる。
- (2) 主要な電流路が厚い金属板で構成されているため電気抵抗の増大を避けることができる。このことにより電力損失の低減やスイッチングスビートの低下防止をはかり得る。
- (3) 部品点数が少なく、したがって製作工数を減らすことができるため、経済的効果が大きい。
- (4) 金属板としてモリブデン又はタングステンをを用いるため、絶縁物としてのセラミクス板との一体化部の熱疲労を低減できる。

図面の簡単な説明

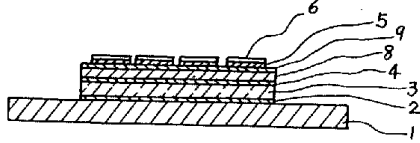
第1図および第2図は従来例を示す図、第3図ないし6図は本発明の実施例を示す図である。

12…支持板、13…絶縁物、11…金属板、6、26…半導体素子。

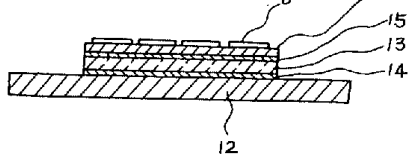
第1図



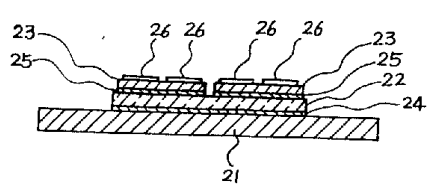
第2図



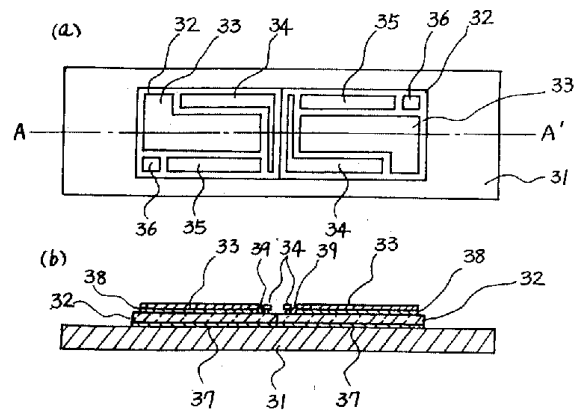
第3図



第4図



第5図



第6図

